

Practitioner's Docket No.: 939_030

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

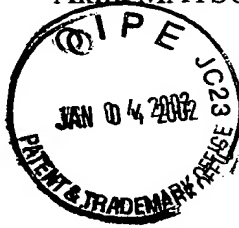
In re the application of:

Akira MATSUMOTO, Masashi FUKUYAMA

Ser. No.: 09/976,462

Filed: October 12, 2001

Confirmation No.: 9975



Group Art Unit: 2874

Examiner: Not Assigned

For: FIBER ARRAY, METHOD FOR FABRICATING THE SAME AND
OPTICAL DEVICE USING THE FIBER ARRAY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

"EXPRESS MAIL" mailing label number EV 031335707 US.

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 CFR 1.10 addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington D.C. 20231 on January 4, 2002.

Tara L. Preston
Tara L. Preston

SUBMISSION OF CERTIFIED COPIES OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications filed in the following foreign country was requested by applicants on October 12, 2001 for the above-identified application:

Japanese Applications 2000-316970 and 2001-258465 filed October 17, 2000 and August 28, 2001; respectively.

In support of this claim, certified copies of the Japanese Applications are enclosed herewith.

Respectfully submitted,

Stephen P. Burr
Reg. No. 32,970

January 4, 2002
Date

SPB/tlp

BURR & BROWN
P.O. Box 7068
Syracuse, NY 13261-7068

Customer No.: 25191
Telephone: (315) 233-8300
Facsimile: (315) 233-8320

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年10月17日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-316970

出 願 人

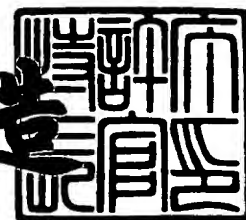
Applicant(s):

日本碍子株式会社

2001年 9月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3085645

【書類名】 特許願
【整理番号】 P2000-274
【あて先】 特許庁長官 殿

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社 内

【氏名】 松本 明

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社 内

【氏名】 福山 暢嗣

【特許出願人】

【識別番号】 000004064

【氏名又は名称】 日本碍子株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078721

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 喜樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009243

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708617

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ファイバアレイ及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 V溝基板のV溝に裸ファイバを収納し、ファイバ固定基板により裸ファイバを該V溝に固定するとともに、裸ファイバの周面にある周面用接着剤Bを介して裸ファイバを固着するファイバアレイにおいて、

周面用接着剤Bの端面がファイバ端面に対し相対的に後退していることを特徴とするファイバアレイ。

【請求項 2】 前記ファイバ端面に対し前記周面用接着剤Bの端面が後退した後退量 x を、周面用接着剤Bの吸水率 ϕ 、光ファイバにV溝に接着される長さ L により、 $x = 0.1 \times (\phi \times L) / 2$ という関数式により求める請求項 1 記載のファイバアレイ。

【請求項 3】 前記ファイバ端面に対し前記周面用接着剤Bの端面が後退した後退量 x を、 $0.1 \mu m$ 以上とする請求項 1 又は 2 記載のファイバアレイ。

【請求項 4】 前記ファイバ端面がファイバアレイ端面より突出している請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のファイバアレイ。

【請求項 5】 前記周面用接着剤Bの端面が、ファイバアレイ端面より $10 \mu m$ 以下後退している請求項 3 又は 4 記載のファイバアレイ。

【請求項 6】 請求項 1 記載の周面用接着剤Bの端部がファイバ端面に対し相対的に後退しているファイバアレイの製造方法であって、

組み立てたファイバアレイの端面を研磨した後、周面用接着剤Bの端部とファイバ端面とが位置する端面にアッシング処理又はエッチング処理を行うファイバアレイの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は単数又は複数の光ファイバを整列固定し、光学素子との接続に使用されるファイバアレイ及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来のファイバアレイは主に光ファイバと光学素子の導波路との結合に用いられ、上面図を示す図 3 (a)、その底面図となる図 3 (b) 及びその二点鎖線で示す円形部分の部分拡大図である図 4 に示されるようにファイバアレイ F と導波路基板との両端面は端面用接着剤 A を介して光学的に固定され、その光ファイバと導波路 D の両端面の距離はほぼ接する状態から $10\ \mu\text{m}$ 程度離す場合がある。一方、ファイバアレイは、正面図を示す図 4 (a)、その上面図となる図 4 (b) に示すように V 溝基板 1 に裸ファイバ 8 を搭載し、ファイバ固定基板 2 は裸ファイバ 8 を V 溝 7 の中心に固定するとともに、裸ファイバ 8 の周面にある周面用接着剤 B を介して裸ファイバ 8 を固着しているので、V 溝と裸ファイバ 8 の隙間つまりファイバ周辺は周面用接着剤 B により覆われている。そして、被覆ファイバ 9 は上基板 3 により固定されている。

【0003】

V 溝基板 1 は、上部平面 4 とこれに段差 5 を介して接する下部平面 6 とからなるもので、上部平面 4 には裸ファイバ 8 を収納するための V 溝 7 が研削砥石等を利用した機械加工法により形成されている。段差 5 の高さは、光ファイバの被覆部の外径寸法の半分程度としておき、光ファイバの被覆部を下部平面 6 に載せたときに裸ファイバ 8 が V 溝 7 の中心に位置するように適宜調整してある。また、ファイバ固定基板 2 は V 溝基板 1 の上部平面 4 の上面に密着し、裸ファイバ 8 を V 溝 7 の中心に固定している。そして、上基板 3 の下面には溝が形成され、V 溝基板 1 の下部平面 6 の上に載せられている。

【0004】

このようなファイバアレイの製造方法は、まず V 溝基板 1 の下部平面 6 に上基板 3 を載せ、上基板 3 の端面を V 溝基板 1 の段差 5 に密着させる。これにより両部材の長手方向は位置決めされ、下部平面 6 と上基板 3 の下面溝とによってトンネル状の孔が形成される。その孔内部に外側から光ファイバを挿入すれば、光ファイバの裸ファイバ 8 が V 溝基板 1 の上部平面 4 に形成された V 溝 7 の中心に一致する。ここで被覆収納部は下面溝がファイバの被覆に合わせ精度よく加工されているため、一度挿入された光ファイバはこの状態で維持されている。そこで V

溝基板 1 の上部平面 4 上にファイバ固定基板 2 を載せて裸ファイバ 8 を押さえたうえ、熱硬化性又は紫外線硬化性樹脂接着剤 B を注入して裸ファイバ 8 の周面に充填して接着固定する。

次に、導波路 D に接合する面を研磨した後、ファイバアレイ F と導波路 D 基板との両端面は端面用接着剤 A を介して光学的に固定する。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、ファイバアレイにおけるファイバ周辺を覆う周面用接着剤 B は数年の経年変化により膨潤を起こして体積が増加し、図 4 (c) に示すように前方に突出して端面用接着剤 A 側を押圧してくると、ファイバ端面に接着していた端面用接着剤 A とファイバ端面の接着境界面に剥がれ応力が強く掛かり、場合によっては剥がれ 8 b が発生する現象となる。特に、ファイバを搭載する空隙は図 4 (a) に示すように三角柱形状になってファイバ周辺の周面用接着剤 B が 3 つの頂角に相当する部分からファイバを囲むようにして長手方向へ突出してくるので、ファイバ端面の端面用接着剤 A との接着面に対して局所的に応力が集中し、局所的にファイバ端面と端面用接着剤 A との接着面に剥がれを発生し始めやすい。これらファイバ端面の剥がれは微小なレベルであっても、ファイバのコア部で剥がれが生じれば、即座に反射戻り光が発生して、光源に対し伝送信号の劣化を招いてしまう欠点があった。周面用接着剤 B の容量はファイバアレイ・導波路全体から見れば小さいものであるが、ファイバ周辺に存在しているため、局所的に剥がれを招くだけで反射戻り光という大きな問題を発生させかねない。

また、ファイバコアの剥がれ程度が大きくなれば、反射以外に伝送光の損失も招き、これも大きな問題となる。

更に、ファイバアレイと導波路の結合を、両者の端面同士を接触させるバッドジョイントにより行う場合、周面用接着剤 B の経年劣化に伴う膨潤による体積増は、直接に端面を押し広げる力をファイバ周辺に発生させ、接着劣化を招いて剥がれが生じる要因となるので、このバッドジョイントの場合も伝送光の反射・損失を招くおそれがある。

そこで、加速試験で検証するために、長手方向の全長が 1 2 m m、V 溝でのフ

ファイバ固定部長が4 mmの大きさを有し48心のファイバを収容するファイバアレイを作製し、組立に使用する周面用接着剤Bには硬化収縮率2%、吸水率0.5%、熱膨張係数 1×10^{-4} 、硬度ShoreD85のエポキシ接着剤を選択した。その作製品を85℃/85%RH×2週間の加速試験に掛けたところ、接着剤の突出長さの変化は平均で端面に突出する方向に0.1 μmであった。これは常温下での測定であるが、高温時は熱膨張の影響で更に大きな突出が発生していると考えられている。この突出は膨潤や、高温下では熱膨張も加わることにより起こると考えられるが、その変化値は吸水率以外にも、受けた硬化収縮の影響度合いやV溝にファイバを固定している部分の長さ、またV溝基板とファイバ押え基板の接着構造の影響を受けると考えられ、実際には使用接着剤・ファイバアレイの構造・製造条件により異なることが判明してきた。

【0006】

本発明は上記した従来の問題点を解決し、ファイバ周辺に存在する周面用接着剤Bの体積増加による反射戻り光の発生を防ぐものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、請求項1に係る発明は、V溝基板のV溝に裸ファイバを収納し、ファイバ固定基板により裸ファイバを該V溝に固定するとともに、裸ファイバの周面にある周面用接着剤Bを介して裸ファイバを固着するファイバアレイにおいて、周面用接着剤Bの端面がファイバ端面に対し相対的に後退していることを特徴とするファイバアレイである。これにより、経年変化により膨潤して体積増加することがあっても、周面用接着剤Bの端面はファイバ端面から突出しないので、このひずみ応力は接着界面全体で緩和され、従来のようなファイバ端面の局所的な剥がれを生じることが無く、反射戻り光や損失の問題を招くおそれが無くなった。

【0008】

請求項2に係る発明は、前記ファイバ端面に対し前記周面用接着剤Bの端面が後退した後退量 x を、周面用接着剤Bの吸水率 ϕ 、光ファイバに接着する長さ L により、 $x = 0.1 \times (\phi \times L) / 2$ という関数式により求めるものである。

これにより、任意の周面用接着剤であって接着長さと調整し適切な後退量を形成でき、経年変化に対し結合力のあるファイバアレイを提供できる。

請求項 3 に係る発明は、前記ファイバ端面に対し前記周面用接着剤 B の端面が後退した後退量 x を、 $0.1 \mu\text{m}$ 以上とすることが好ましい。これにより、後退量が $0.1 \mu\text{m}$ 以上であれば、周面用接着剤 B に経年変化により体積増加があっても膨潤した接着剤の端部はファイバ端面より飛び出すことがないから、端面用接着剤 A を押し広げることがない。

相対的に後退してへこんでいる状態には、ファイバ端面がファイバアレイ端面に対し突出する場合と、面一な場合とがあり、特に請求項 4 に係る発明は、ファイバ端面がファイバアレイ端面に対し突出するものである。これにより、ファイバ端面はファイバアレイ端面に対し少なくとも後退してへこんでいないので、導波路との接着前に行う洗浄でファイバ端面の汚れを簡単に落とすことができ、不純物が周面用接着剤 B の端面に付着したまま導波路との接着が行われて接着力の不良や反射戻り光や損失の問題を招くおそれが無くなった。

【 0 0 0 9 】

請求項 5 に係る発明は、周面用接着剤 B の端面が、ファイバアレイ端面より $10 \mu\text{m}$ 以下後退している請求項 3 又は 4 記載のファイバアレイである。これにより、後退量が $10 \mu\text{m}$ 程度を越えて、周面用接着剤 B の端面がファイバアレイ端面より $10 \mu\text{m}$ 以下後退していると、ファイバアレイ作成工程の基準面を切削した後に研磨砥石粒やその他のゴミがへこんだ後退部に入り込んでしまった不純物を、ファイバアレイの端面を洗浄して又は不純物等を掻き出して取り除くことができるので、不純物が接着剤の端面に付着したまま導波路との接着が行われて接着力の不良や反射戻り光や損失の問題を招くおそれが無くなる。

請求項 6 に係る発明は、周面用接着剤 B の端部がファイバ端面に対し相対的に後退しているファイバアレイの製造方法であって、組み立てたファイバアレイの端面を研磨した後、周面用接着剤 B の端部とファイバ端面とが位置する端面にアッシング処理又はエッチング処理を行うファイバアレイの製造方法である。これにより、石英ファイバを残し、周面用接着剤 B は酸化除去されて後退部分を形成できる。特に、導波路との結合処理直前に行えば、周面用接着剤 B の後退部を形

成するのと同時に接着面の有機物除去にもなり、導波路とファイバアレイと接着する端面用接着剤 A の接着強度の向上となる。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を図面に従い詳説する。なお、図 3 及び図 4 と同じ部材及び製造方法は省略している。

図 1 は本発明の第 1 の実施形態を、図 4 と同様に部分拡大して示すものであり、V 溝基板 1 に穿設された V 溝 7 にそれぞれ裸ファイバ 8 が搭載されている。ファイバコア 8 a は V 溝の底辺部と平面上重なるように位置決めされた上で、周面用接着剤 B により固着されている。

図 1 (a) は初期接続状態を示しており、V 溝 7 が開口する V 溝基板 1 の端面 1 a に対し、裸ファイバは突出するように位置決めされ、それに対し周面用接着剤 B は突出することなく V 溝基板 1 の端面 1 a と面一に形成されている。

そして、高温高湿下におかれた場合には、図 1 (b) に示すように周面用接着剤 B は膨潤して長手方向へ延びて V 溝基板 1 の端面 1 a 及びファイバアレイの端面より外側へ突出するが、その先端は裸ファイバの先端面を越えないので端面用接着剤 A との接合面に剥離を生じさせる応力を付与することがない。

【 0 0 1 1 】

図 2 は本発明の第 2 の実施形態を図 1 と同様に示すものであり、図 1 に示すファイバアレイは光ファイバがファイバアレイより突出しているのに対し、図 2 に示すファイバアレイは、光ファイバがファイバアレイと面一に形成されている。そして、初期状態を示す図 2 (a) において周面用接着剤 B はファイバ周辺の隙間に対しメニスカス面を形成し、メニスカス面の中央付近は、ファイバ端面に対し $0.1\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下に後退させてへこんだように形成されている。

そして、高温高湿下におかれた場合には、図 2 (b) に示すように周面用接着剤 B は膨潤して長手方向へ延びて初期状態より外側へ突出するが、その先端は裸ファイバの先端面及び V 溝基板 1 の端面 1 a を越えないので端面用接着剤 A との接合面に剥離を生じさせる応力を付与することがない。

【 0 0 1 2 】

次に、周面用接着剤 B の端部がファイバ端面に対し相対的に後退しているファイバレイの製造方法を説明する。

まず、図 1 及び図 2 に示すファイバレイに適した製造方法であり、通常の製造工程で組み上げるファイバレイの最終工程である研磨工程において、導波路に固定するファイバレイの端面に対しアッシング処理又はプラズマエッチング処理を行うものである。これにより、石英ファイバを残し、周面用接着剤 B は酸化除去されて後退部を形成できる。特に、導波路との結合処理直前に行えば、周面用接着剤 B の後退部を形成すると同時に接着面の有機物除去にもなり、導波路とファイバレイと接着する端面用接着剤 A の接着強度の向上となる。

【 0 0 1 3 】

別の製造方法は、図 2 に示すファイバレイの製造方法に適しており、通常最終研磨工程の前に、V 溝基板 1 とファイバ押え板 2 とに裸ファイバを挟持させ周面用接着剤 B により固着させる工程において、通常硬化程度の途中で研磨時の保持及び保護ができる程度の硬化度で硬化処理を中止し、仮固定を行う。次に、通常の研磨処理を行い、周面用接着剤 B の端面をファイバレイの端面と面一に形成した上で、仮固定であった周面用接着剤 B について最終硬化まで行うものである。これにより、面一であった周面用接着剤 B に最終工程で硬化収縮が起こり、端面が内側に引き込まれファイバ端面に対し後退部が形成される。

【 0 0 1 4 】

【実施例】

ファイバレイを、長手方向の全長が 12 mm、V 溝でのファイバ固定部長が 4 mm の大きさで作製し、48 心のファイバを収容した。組立の周面用接着剤 B には硬化収縮率 2 %、吸水率 0.5 %、熱膨張係数 1×10^{-4} 、硬度 Shore D85 のエポキシ接着剤を使用した。後退部の形成方法は前述した方法を用い、後退量が異なる試験体を製造し、85℃/85%・2 週間の加速度試験を行い、下記のような試験結果を得た。

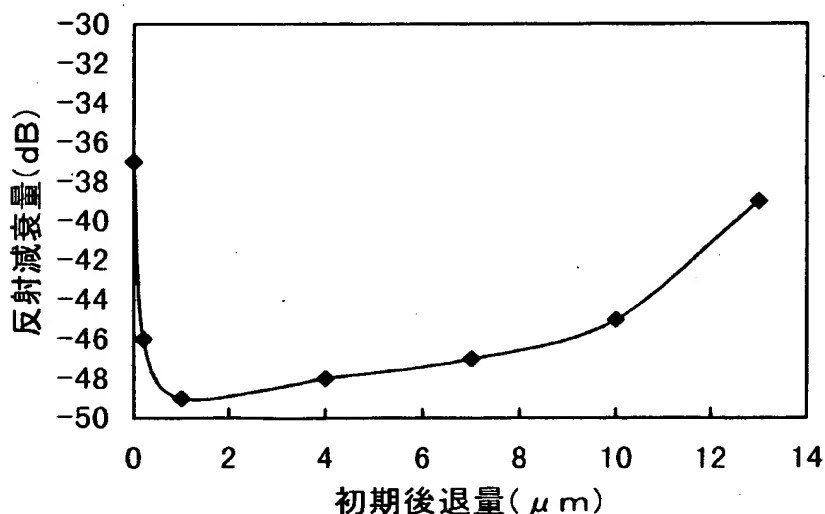
この結果により、0.1 μm 以上 10 μm 以下とすることが好ましい。特に、後退量が 0.1 μm 以上であれば、周面用接着剤 B に経年変化により体積増加があっても膨潤した接着剤の端部はファイバ端面より飛び出すことがないから、端

面用接着剤Aを押し広げることがない。一方、後退量が $10\mu\text{m}$ 以下であれば、ファイバレイ作成工程の基準面を切削した後に研磨砥石粒やその他のゴミが後退部に入り込んでしまった不純物を、ファイバレイの端面を洗浄して又は不純物を掻き出して取り除くことができるので、不純物が接着剤の端面に付着したまま導波路との接着が行われて接着力の不良や反射戻り光や損失の問題を招くおそれが無くなった。

また、後退量 x を、周面用接着剤Bの膨潤率 ϕ 、光ファイバに接着する長さ L との関係を実験結果から考慮すると、 $x = 0.1 \times (\phi \times L) / 2$ という関係式が成立する。この関係式により、任意の周面用接着剤であって接着長さと調整し適切な後退量を定量的に形成でき、経年変化に対し結合力のあるファイバレイを提供できる。

【0015】

【表1】



【0016】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明のファイバレイは、V溝基板のV溝に裸ファイバを収納し、ファイバ固定基板により裸ファイバを該V溝に固定するとともに、裸ファイバの周面にある周面用接着剤Bを介して裸ファイバを固着するファイ

バアレイにおいて、周面用接着剤 B の端部がファイバ端面に対し相対的に後退していることにより、経年変化により膨潤して体積増加することがあっても、周面用接着剤 B の端面はファイバ端面から突出しないので、このひずみ応力は接着界面全体で緩和され、従来のようなファイバ端面の局所的な剥がれを生じることが無く、反射戻り光や損失の問題を招くおそれが無くなった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態を示す説明図である。

【図 2】

他の実施の形態を示す説明図である。

【図 3】

従来の全体図を示す説明図である。

【図 4】

図 3 の円内を部分拡大して示す説明図である。

【符号の説明】

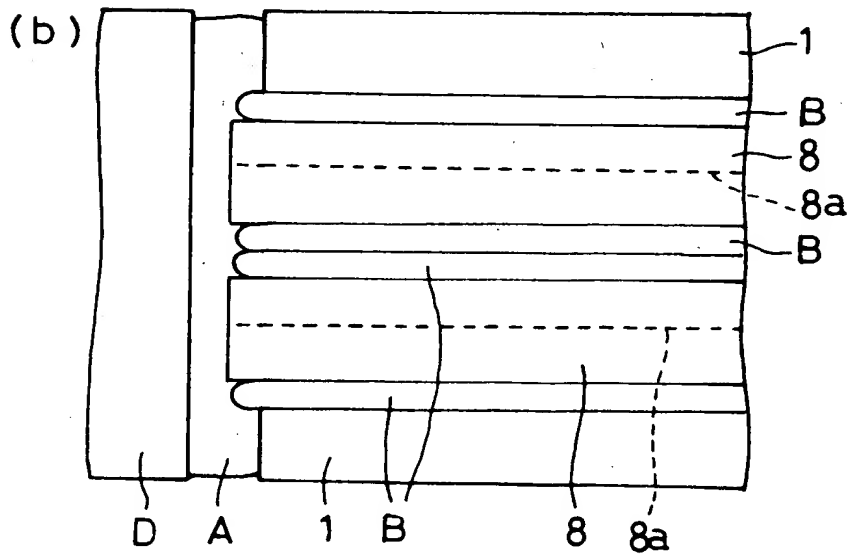
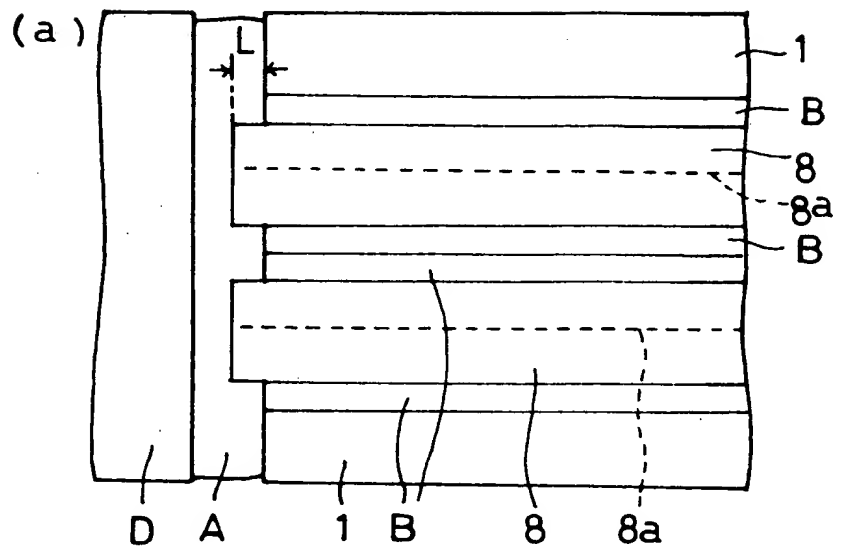
A・・・端面用接着剤、B・・・周面用接着剤、D・・・導波路、F・・・ファイバアレイ。

1・・・V溝基板、2・・・ファイバ固定基板、3・・・上基板、4・・・上部平面、5・・・段差、6・・・下部平面、7・・・V溝、8・・・裸ファイバ、8a・・・ファイバコア、9・・・被覆ファイバ。

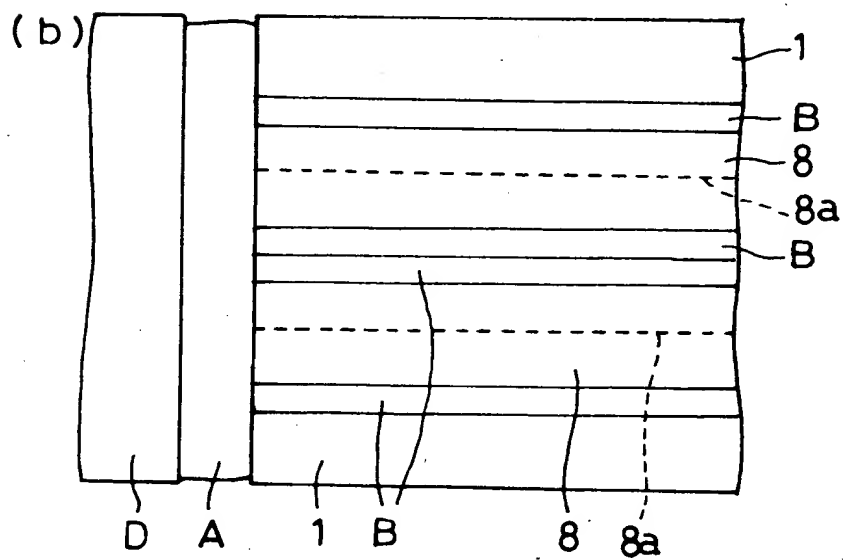
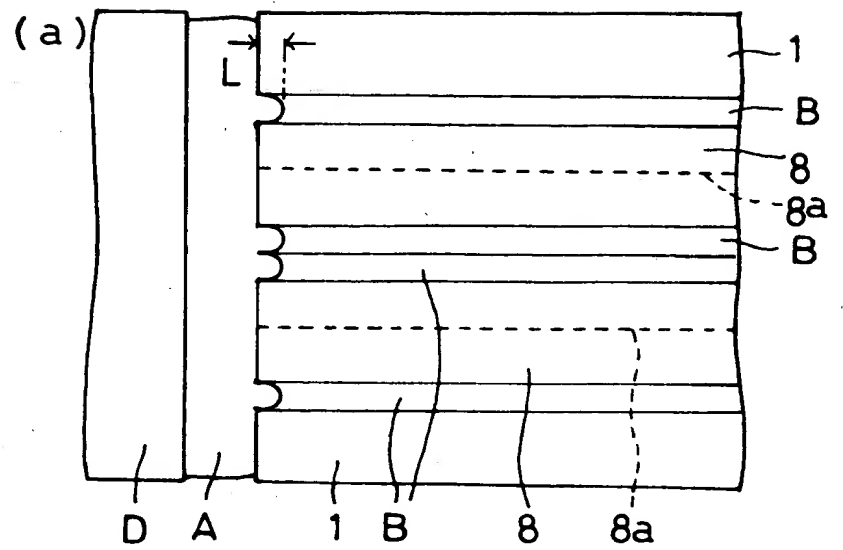
【書類名】

図面

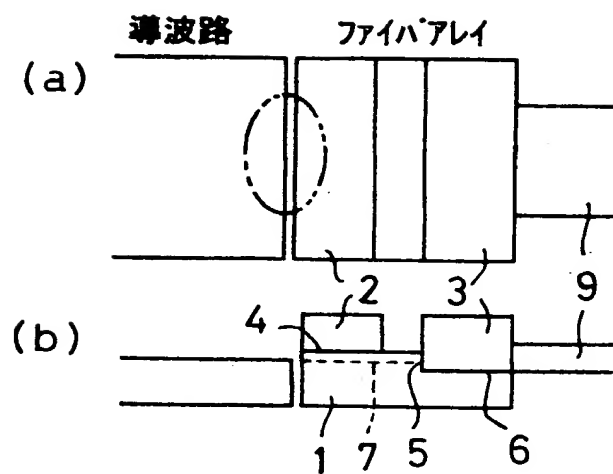
【図 1】



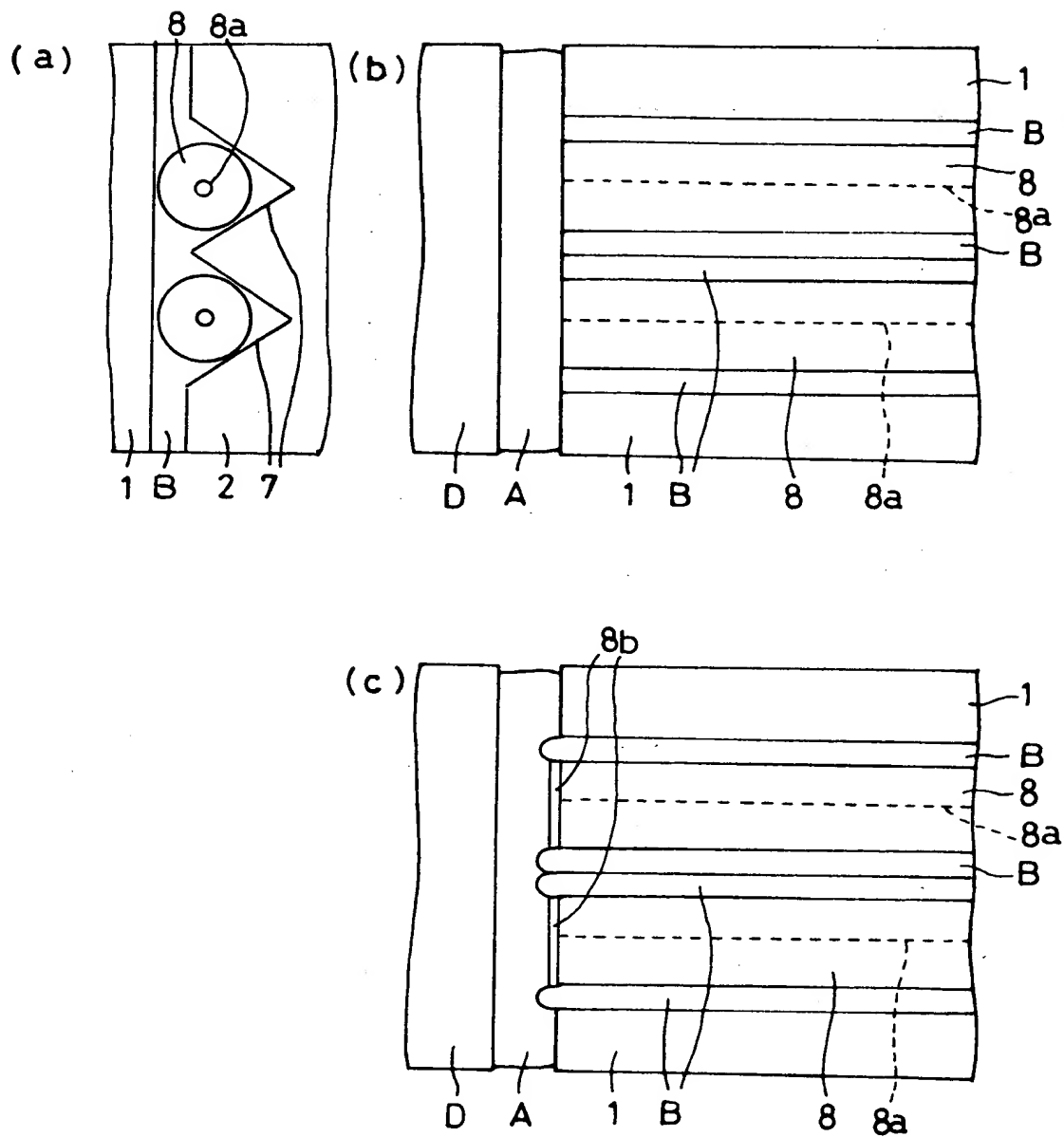
【図 2】



【図 3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 ファイバ周辺に存在する周面用接着剤 B の体積増加により端面接着剤との剥がれに由来する反射戻り光の発生を防ぐファイバアレイを提供する。

【解決手段】 (a) は初期接続状態を示しており、V溝7が開口するV溝基板1の端面1 a に対し、裸ファイバは突出するように位置決めされ、それに対し周面用接着剤 B は突出することなくV溝基板1の端面1 a と面一に形成されている。

そして、高温高質下におかれた場合には、(b) に示すように周面用接着剤 B は膨潤して長手方向へ延びてV溝基板1の端面1 a 及びファイバアレイの端面より外側へ突出するが、その先端は裸ファイバの先端面を越えないので端面用接着剤 A との接合面に剥離を生じさせる応力を付与することがない。

【選択図】 図1

特 2 0 0 0 - 3 1 6 9 7 0

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 3 1 6 9 7 0
受付番号	5 0 0 0 1 3 4 1 9 1 3
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 2 年 1 0 月 1 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成12年10月17日
-------	-------------

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004064]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

氏 名 日本碍子株式会社